

A13

## REFRACTIVE FORCE MEASURING APPARATUS

**Patent number:** JP59183726  
**Publication date:** 1984-10-18  
**Inventor:** SHIOIRI TAKASHI; AOKI MITSUGI  
**Applicant:** TOKYO OPTICAL  
**Classification:**  
- **international:** A61B3/10  
- **european:**  
**Application number:** JP19830055273 19830401  
**Priority number(s):** JP19830055273 19830401

Abstract not available for JP59183726

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公告

⑫ 特 許 公 報 (B 2)

平5-9092

⑬ Int. Cl. \*

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公告 平成5年(1993)2月4日

A 61 B 3/107

7807-4C A 61 B 3/10

C

発明の数 1 (全18頁)

⑮ 発明の名称 屈折力測定装置

審 判 平3-2179

⑯ 特 願 昭58-55273

⑰ 公 開 昭59-183726

⑱ 出 願 昭58(1983)4月1日

⑲ 昭59(1984)10月18日

⑳ 発 明 者 塩 入 隆 東京都板橋区蓮沼町75番1号 東京光学機械株式会社内

㉑ 発 明 者 青 木 貢 東京都板橋区蓮沼町75番1号 東京光学機械株式会社内

㉒ 出 願 人 株式会社 トブコン 東京都板橋区蓮沼町75番1号

㉓ 代 理 人 弁理士 西脇 民雄

審判の合議体 審判長 細 谷 博 審判官 手 島 直 彦 審判官 有 泉 良 三

㉔ 参 考 文 献 特開 昭50-120195 (JP, A) 特開 昭57-31837 (JP, A)

三島 清一 他、「眼科一般検査法〈眼科MOOK No.3〉」第2刷 昭和55年6月20日 金原出版株式会社 P.21~28

1

2

## ㉕ 特許請求の範囲

1 球面度数を可変とする球面光学系と、円柱度数を可変とする円柱光学系と、前記両光学系の球面度数および円柱度数をそれぞれ可変制御する制御部とを有し、検査用指標を前記両光学系を介して投影することにより被検眼の屈折力を測定する屈折力測定装置において、

前記円柱光学系の光軸のまわりに回転自在であつて屈折力の符号が互いに異なる2つのトーリックレンズから構成し、

前記制御部は、粗測定で求めた円柱度数に対応した前記角トーリックレンズの円柱軸の交差角を得るように該円柱光学系の回転を制御する回動制御手段と、

前記トーリックレンズの円柱軸の交差角の中間方向を基準線とし前記回動制御手段の作動を図つて前記基準線を中心にして前記交差角を前記粗測定で求めた円柱度数に対応して所定範囲内で増減させることにより該円柱度数の精密測定を行なう第1の状態変化手段と、

屈折力の粗測定時に得られる円柱軸角度を、前記各トーリックレンズの円柱軸の交差角を変化させずに前記角トーリックレンズを同じ方向に前記回動制御手段の作動を図つて所定範囲内で増減さ

せることにより該円柱軸角度の精密測定を行なう第2の状態変化手段とを備えたことを特徴とする屈折力測定装置。

## 発明の詳細な説明

5 この発明は、検査用視標を光学系を介して被検眼に投影することにより被検眼の屈折力、すなわち球面度数、円柱度数および円柱軸角度の精度測定を行ない得る屈折力測定装置に関するものである。

10 屈折力測定装置は、被検眼の屈折力の測定結果に基づいて被検眼を適正視力に矯正するための矯正値を得るように構成されているが、その矯正値は当然のことながら精度良く得られなければならない。

15 ところで、一般に人間の眼球には程度の差こそあるが何らかの屈折異常成分が含まれており、その屈折力の矯正値は球面度数、円柱度数および円柱軸角度の3つの要素に基づいて求められる必要がある。

20 従来の屈折力測定装置としては、例えばビジョントスターと称されるものが知られているが、これは外周に沿って複数の球面レンズを所定間隔を置いて配置した第1の円板と、外周に沿って複数の円柱レンズを所定間隔を置いて配置した第2の

(2)

特公 平 5-9092

3

4

円板とを有し、これら各円板の球面レンズおよび円柱レンズを被検者の眼前に配置される視通孔内にそれぞれ選択的に挿入し得るように構成されている。したがって、かかる構成のビジョンテスターの場合球面レンズと円柱レンズとの組合せにより得られる矯正値をもつて被検眼の屈折力の矯正を行ない得るようにしている。この場合、矯正値は前述した如く球面度数、円柱度数、および円柱軸角度の3要素に基づいて得られるものであるが、各要素のすべてを同時にかつ正確に求めることは極めて困難である。そこで、まず球面レンズのみによつて矯正値の大体的見当をつけ、この値に円柱レンズによる補正分を付加して概略の矯正値を得るいわゆる粗測定が行なわれる。そして、この粗測定の終了後新たにクロスシリンドラと称する一対の円柱レンズを光学系に挿入し後述するような精密測定を行なうようにしている。

クロスシリンドラは、屈折力の絶対値が等しくその符号が互いに異なる一対の円柱レンズで構成され、各円柱レンズの円柱軸は互いに直交するように組合わされており、また同円柱軸の軸方向の中間方向を軸心とする反転軸のまわりに手動操作で回転して反転し得るようになっていて、この結果、円柱度数を測定する場合はクロスシリンドラの円柱軸を粗測定終了時における強主径線または弱主径線と一致させた後クロスシリンドラの反転操作を行ない、反転前後における検査用視標を被検者に観察させるようにする、また、円柱軸角度を測定する場合はクロスシリンドラの前述した反転軸を強主径線または弱主径線と一致させた後クロスシリンドラの反転操作を行ない、円柱度数の測定と同様に反転前後における視標の観察をさせる。こうして、円柱度数および円柱軸角度のいずれの測定の場合もクロスシリンドラの反転前後における視標の見え方が同一となるよう円柱レンズの円柱度数あるいは円柱軸角度を変化させ、同一に見えたときにおける円柱度数あるいは円柱軸角度を補正を矯正値として求めるようにしている。

しかしながら、このような従来装置によると精密測定を行なう場合に用いられるクロスシリンドラの反転操作は準手作業的に行なう必要があるため、検査者にとっては極めて煩しいものとなり測定能率を低下させていた。また、光学系としては矯正用の球面レンズおよび円柱レンズ以外にクロス

シリンドラを必要とするので部品点数の点で問題があつた。

このような従来装置の欠点を解消するため例えば特開昭55-151937号公報に記載されているような屈折力測定装置が提案された。この装置は、測定用光学系を球面レンズおよび円柱レンズで構成して球面レンズと円柱レンズとの組合せを交えることによりクロスシリンドラを設けたことと等価になる状態をつくり出し得るようにしたものである。

しかしながら、この装置においては精密測定の際円柱レンズのみならず球面レンズの屈折力を交える必要があるためレンズ交換制御において複雑化を招来するという問題点があつた。

この発明は、このような従来の問題点に着目してなされたものであり、検査用視標からの光束を通過させるために配置される光学系を、球面度数を可変とする球面光学系および一対のトーリックレンズから成り円柱度数を可変とする円柱光学系により構成し、精密測定の際円柱光学系のみを制御するような制御手段を設けて被検眼の屈折力を容易かつ高精度に測定し得る屈折力測定装置を提供することを目的とする。

次に、この発明の実施例を説明する前にその実施例において用いられるバリエブルクロスシリンドラにつき説明する。バリエブルクロスシリンドラは第1図に示すように屈折力の絶対値が等しく互いに符号の異なる2つの円柱レンズ $CL_1$ 、 $CL_2$ により構成されたものである。以下に、異なる屈折力を有する2つの円柱レンズの合成屈折力を求める一般的な手法につき述べる。ここで、2つの円柱レンズのうち一方の屈折力を $D_a$ とし、他方の屈折力を $D_b$ としてこれらをX-Y座標上に標わすと第2図に示す如くなる。なお、同図において $\varphi_a$ は屈折力 $D_a$ がX軸となす角度であり、 $\varphi_b$ は屈折力 $D_b$ がX軸となす角度である。また、 $D_c$ は2つの円柱レンズ $CL_1$ 、 $CL_2$ の合成屈折力を示している。

次に、屈折力が $D_a$ 、 $D_b$ である2つの円柱レンズの角度 $\theta$ 方向における屈折力はオイラーの定理によりそれぞれ $D_a \cos^2(\theta - \varphi_a)$ 、 $D_b \cos^2(\theta - \varphi_b)$ で与えられ、その合成屈折力 $D_c$ は $D_c = D_a \cos^2(\theta - \varphi_a) + D_b \cos^2(\theta - \varphi_b)$  ①となる。一般式に、屈折力は球面度数および円柱

(3)

特公 平 5-9092

5

6

度数を成分として表わし得るものであるが、ある角度 $\theta_m$ 方向を最大屈折力の方向とするとそのときの屈折 $D_{m+90}$ は

$$D_{m+90} = D_a \cos^2(\theta_m - \varphi_a) + D_b \cos^2(\theta_m - \varphi_b) = S + C \quad \text{.....②}$$

で表わされる。ここで、 $S$ は球面度数であり、 $C$ は円柱度数である。

これに対し、最小屈折力の方向は最大屈折力の方向と直交する方向であり、これを $D_{m+90}$ とすると

$$D_{m+90} = D_a \sin^2(\theta_m - \varphi_a) + D_b \sin^2(\theta_m - \varphi_b) = S \quad \text{.....③}$$

となる。

したがって、円柱度数 $C$ は最大屈折力と最小屈折力との差で表わされ、

$$\tan 2\theta_m = \frac{\sin 2\theta_m}{\cos 2\theta_m} = \frac{D_a \sin 2\varphi_a + D_b \sin 2\varphi_b}{D_a \sin 2\varphi_a + D_b \sin 2\varphi_b} \quad \text{.....⑦}$$

を得る。

一方、バリアブルクロスシリンダーは円柱度数の絶対値が等しく互いに符号の異なる円柱レンズの組合せであるから $D_a = +D$ 、 $D_b = -D$ とすることにより、⑥式から合成円柱度数 $C$ は

$$C^2 = 2D^2(1 - 2\cos 2\alpha) \quad \text{.....⑧}$$

で表わされることとなる。この⑧式から交差角 $\alpha$ は

$$\alpha = \frac{1}{2} \cos^{-1}(1 - C^2/2D^2) \quad \text{.....⑨}$$

で示される。

さらに、この場合最大屈折力の方向の角度 $\theta_m$ の2倍角についてもう一度タンジエントをとると⑦式から

$$\tan 2\theta_m = \tan(\varphi_a + \varphi_b + 90^\circ) \quad \text{.....⑩}$$

となり、この結果

$$\theta_m = \frac{1}{2}(\varphi_a + \varphi_b) + 45^\circ \quad \text{.....⑪}$$

が得られる。

これにより、最大屈折力の方向は2つの円柱レンズ $CL_1$ 、 $CL_2$ の各屈折度の方向 $D_a$ 、 $D_b$ の間で形成される交差角 $\alpha$ の2等分線方向 $Q$ から $45^\circ$ だけ屈折力 $D_a$ の側、すなわち第2図において反時計回りに回転させた方向となる。

以上の原理を前提として以下にこの発明の実施例につき図面を参照しながら説明する。

第3図はこの発明を被検者の応答に応じて被検

$$* C = D_{m+90} - D_{m+90} = D_a \cos 2(\theta_m - \varphi_a) + D_b \cos 2(\theta_m - \varphi_b) \quad \text{.....④}$$

が得られる。

ここで、後述する⑥式を得るため②式を $\theta$ で微分すると

$$\frac{dD_{m+90}}{d\theta} = D_a \sin 2(\theta_m - \varphi_a) + D_b \sin 2(\theta_m - \varphi_b) = 0 \quad \text{.....⑤}$$

が得られる。この⑤式と④式を共に2乗して加え

あわせると

$$C^2 = D_a^2 + D_b^2 + 2D_a D_b \cos 2(\varphi_a - \varphi_b) = D_a^2 + D_b^2 + 2D_a D_b \cos 2\alpha \quad \text{.....⑥}$$

ここでは $\alpha$ は円柱度数 $D_a$ と $D_b$ との交差角である。こうして、最大屈折力の方向における角度

\* 15  $\theta_m$ の2倍角についてのタンジエントをとると、

眼 $E_1$ 、 $E_2$ の屈折力測定が行なわれる自覚式屈折力測定装置に適用した場合を示すものである。そして、この装置は被検眼 $E_1$ 、 $E_2$ の屈折力を測定するための測定光学系 $S$ と、この測定光学系 $S$ に対する被検眼 $E_1$ 、 $E_2$ の位置関係設定を行なう指標を被検眼 $E_1$ 、 $E_2$ に投影する指標投影系 $H$ と、被検眼 $E_1$ 、 $E_2$ を照準するための照準系 $J$ とから大略構成されている。なお、以下符号に付される添字の1、2は右眼、左眼をそれぞれ示すものとする。

まず、測定光学系 $S$ について詳説すると、光源1からの光は集光レンズ2を介して回転円板3上に設けられた屈折力検査用視標4を照明する。この視標4は球面度数、円柱度数、円柱軸角度等の検出のため各種のものがあ、これらは回転円板3の回転により選択され光路内に挿入される。なお、光源1、集光レンズ2、および回転円板3は後述する近用屈折力測定のため光軸に沿って移動可能となつてゐる。また、視標4からの光束は、第1投影レンズ5を介してこのレンズ5の後方に設けられ球面度数、円柱度数、円柱軸角度などを矯正するための1対の矯正光学系 $K_1$ 、 $K_2$ を通過する。この矯正光学系 $K_1$ 、 $K_2$ は第1投影レンズ5の光軸を挟んで両側の対称位置にそれぞれ配置され、これらは光学的に同一の構成となつてゐる。

以下に右眼測定用矯正光学系 $K_1$ を例として矯

(4)

特公 平 5-9092

7

8

正光学系 $K_1$ ,  $K_2$ の詳細につき説明すると、矯正光学系 $K_1$ は第1群レンズ系 $6_1$ 、第2群レンズ系 $7_1$ 、第3群レンズ系 $8_1$ からなる球面光学系と、第1及び第2の円柱レンズ $9_1$ ,  $9_2$ からなる円柱光学系及び偏角プリズム $10_1$ ,  $10_2$ ,  $11_1$ ,  $11_2$ から構成され、第1群レンズ系 $6_1$ の光軸に沿つての移動により球面度数を矯正し得るようになってい

る。ここで第3群レンズ系 $8_1$ は2つのレンズ系から成り、この2つのレンズ系に挟まれた第1および第2の円柱レンズ $9_1$ ,  $9_2$ により円柱度数を矯正しうようになってい

る。そして、この2つの円柱レンズ $9_1$ ,  $9_2$ は円柱度数の絶対値が等しく符号が反対の円柱レンズであり、それぞれ後述の制御部を構成する回動制御手段により光軸のまわりに回転可能となつており、両レンズ $9_1$ ,  $9_2$ を同方向に同角度だけ回転すると円柱軸の矯正が行なわれ、互いに逆方向に同角度だけ回転すると円柱度数の矯正が行なわれるようになってい

る。一方、第3群レンズ系 $8_1$ の後方に配置される2つの偏角プリズム $10_1$ ,  $10_2$ は光軸に直交する鉛直軸に対称な偏角量を有し、これら偏角プリズム $10_1$ ,  $10_2$ を光軸のまわりに互いに逆方向かつ同角度だけ回転することにより被検眼 $E_1$ の水平方向のプリズム値を矯正しいわゆる斜位補正を行ない得るようになってい

る。また、偏角プリズム $10_1$ ,  $10_2$ の後方に配置される偏角プリズム $11_1$ ,  $11_2$ は偏角プリズム $10_1$ ,  $10_2$ に対し光学的に90°だけ回転した構成となつており、上記と同様な方向および角度の回転により被検眼 $E_1$ の垂直方向のプリズム値を得るようになってい

る。このように、右眼測定用矯正光学系 $K_1$ は球面度数、円柱度数、円柱軸角度、プリズム値などの屈折状態を独立別個に矯正し得るよう構成されているが、左眼測定用矯正光学系 $K_2$ も同様に説明できるのでその詳細は省略する。なお、各矯正光学系 $K_1$ ,  $K_2$ は被検眼 $E_1$ ,  $E_2$ の瞳孔間距離に合致させるため第1投影レンズ5の光軸を挟んで水平方向に平行に移動可能となつてい

る。こうして、1対の矯正光学系 $K_1$ ,  $K_2$ を通過した各光束は第2投影レンズ12、ハーフミラー13、第3投影レンズ14、およびハーフミラー15をそれぞれ介して被検眼 $E_1$ ,  $E_2$ に到達し、被検眼瞳を通過して両眼底上に視標4の像を形成さ

せる。また、各矯正光学系 $K_1$ ,  $K_2$ を通過した光束は第2投影レンズ12、第3投影レンズ14から構成されるリレーレンズ系Rにより共通にリレーされ両被検眼 $E_1$ ,  $E_2$ の眼鏡装用位置（眼前から12mm程度）に矯正光学系 $K_1$ ,  $K_2$ の像が形成されるようになってい

る。なお、コンタクトレンズ用矯正屈折度を測定する場合には被検眼 $E_1$ ,  $E_2$ の角膜頂点位置を矯正光学系 $K_1$ ,  $K_2$ の像が形成されている位置に設定する。したがつて、矯正光学系 $K_1$ ,  $K_2$ があたかも眼前に配置されたことと等価になつており、被検者はハーフミラー15を介して自然視の状態で視標4の像を視準することができる。

こうして、被検者は自然視の状態で視標4を直視しつつ検者に対する応答を行ない、視標4が適正に見えるまで矯正光学系 $K_1$ ,  $K_2$ による矯正を図り、その矯正値に基づいて屈折度測定を行なうようになってい

る。次に、被検眼 $E_1$ ,  $E_2$ を適正な位置に設定するための被検眼位置設定光学系Iについて説明する。この被検眼位置設定光学系Iは、被検眼 $E_1$ ,  $E_2$ に向けて指標18a, 18bの像を投影するための一対の指標投影系Hと被検眼 $E_1$ ,  $E_2$ の両眼前眼部を照準するための1つの照準系Jとから構成されてい

る。まず、指標投影系Hにつき右眼投影系を例として第3図、第4図および第5図を参照しながら説明する。光源16からの光は集光レンズ17により作動距離離検出用の指標板18を照明する。この指標板18には第5図に示す如く表面および裏面にそれぞれ指標18a, 18bが設けられている。そして、これらの指標18a, 18bの像は第4投影レンズ19および反射鏡20を介して被検眼 $E_1$ の前眼部に形成されるようになる。なお、指標18aは通常の眼鏡レンズの矯正屈折度を測定する際の作動距離（測定光学系Sと被検眼 $E_1$ ,  $E_2$ との距離）を設定するために用いられ、指標18bはコンタクトレンズの場合における作動距離設定に用いられるものである。また、光源16の前方に設けられるフィルター21は不可視光である近赤外の帯域の光のみ透過させるものであり、被検者の測定中における暗瞳などを防止する作用がある。また、この指標投影系からの光束は被検眼前眼部周辺を照明する。左眼投影系も

(5)

特公 平 5-9092

9

10

同様な構成であるのでその説明を省略する。なお、後述するように、これら 1 対の指標投影系 H の光軸は測定光学系 S および照準系 J の光軸に対して傾斜している。また、第 4 投影レンズ 19、の中心を通りその光軸に直交する仮想線 Va と測定光学系 S の光軸とが交差する点、および指標板 18 の 2 つの指標 18a<sub>1</sub>、18b<sub>1</sub> の中心を結ぶ仮想線 Vb と測定光学系 S の光軸とが交差する点を得ることができ、後述する M<sub>1</sub> あるいは Q<sub>1</sub> における指標 18a<sub>1</sub> あるいは 18a<sub>2</sub> の像の明瞭な観察測定を行なうことができる。この一致点が第 4 図に示す点 F<sub>1</sub> である。

以下に指標投影系 H による作動距離設定の原理を第 4 図に従って説明する。なお特に断らない限り右眼投影系のみにつき説明する。点 Q<sub>1</sub> は測定光学系 S における矯正光学系 K<sub>1</sub> の後側主点位置と共役な位置であり、通常の眼鏡レンズ用の被検者矯正屈折度を測定する場合にはこの点 Q<sub>1</sub> の位置と眼鏡装用位置 P<sub>1</sub> とを一致させるように作用距離の設定を行なう必要がある、そのため、被検眼 E<sub>1</sub> が上記のように位置決めされたとき被検眼 E<sub>2</sub> の角膜頂点 M<sub>1</sub> に指標 18a<sub>1</sub> の像が形成されるようになっている。したがって、検者は照準系 J により被検眼前眼部を照準し指標 18a<sub>1</sub> の像が瞳中心に合致するように作動距離設定を行なう。

次に、コンタクトレンズ用の被検眼 E<sub>1</sub> の矯正屈折度を測定する場合につき説明する。この場合には矯正光学系 K<sub>1</sub> の結像位置である点 Q<sub>1</sub> の位置に被検眼 E<sub>1</sub> の前眼部を一致させる必要がある。そのため、指標 18b<sub>1</sub> は点 Q<sub>1</sub> の位置に被検眼 E<sub>1</sub> を一致させたとき指標 18b<sub>1</sub> の像が被検眼前眼部の中心に形成されるようになっている。したがって、検査者はコンタクトレンズ用の矯正屈折度を測定する場合、照準系 J により被検眼前眼部を照準し、指標 18b<sub>1</sub> の像が瞳中心に一致するように作動距離設定を行なう。

なお、指標 18a<sub>1</sub>、18b<sub>1</sub> は投影レンズ 19、に対して焦点位置がずれるように指標板 18<sub>1</sub> に配置され、所定の作動距離に設定されたとき被検眼 E<sub>1</sub> の前眼部に結像され得るようになっている。

次に、照準系 J について説明する。第 1 図に示すように指標投影系 H により近赤外光で照明された被検眼 E<sub>1</sub>、E<sub>2</sub> の両前眼部からの光束はハーフミラー 15、第 3 投影レンズ 14 を介してハーフ

ミラー 13 を透過し、結像レンズ 22 により照準板 23a、23b に到達してこの照準板 23a、23b 上に近赤外光で被検眼 E<sub>1</sub>、E<sub>2</sub> の両前眼部像を形成する。第 3 投影レンズ 14 と結像レンズ 22 はテレセントリックな光学系となつていて、照準板 23a、23b 上の被検眼 E<sub>1</sub>、E<sub>2</sub> の両前眼部像は、作動距離が変動しても、位置ずれを起こさずに観察することができる。照準板 23a、23b は、第 6 図および第 7 図に示すようにそれぞれ照準指標 na、nb、および nc を有しており、各指標形成面を対向させ微小間隔を置いて配置され、かつ、測定光学系 S における矯正光学系 K<sub>1</sub>、K<sub>2</sub> の光軸間距離移動、すなわち被検眼に投影する 1 対の測定光束の中心間隔を変えるのに連動して相対的に移動可能となつていて、こうして、被検眼 E<sub>1</sub>、E<sub>2</sub> の近赤外光で形成された両前眼部像は指標 na、nb、nc の像に重ね合わされ、これらの像はミラー 24、リレーレンズ 25 を介して撮像管 26 に入射して映像信号に変換され、可視像としてモニターテレビ 27 により観察が可能となる。

上述した指標投影系 H および照準系 J による被検眼 E<sub>1</sub>、E<sub>2</sub> の位置決め設定を行なう手順につき第 8 図を参照しながら説明する。第 8 図はモニターテレビ 27 に表示された像を模式的に示したものであり、像 A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub> は被検眼 E<sub>1</sub>、E<sub>2</sub> の瞳の像であつて、像 Ba<sub>1</sub>、Ba<sub>2</sub> は指標投影系 H により被検眼 E<sub>1</sub>、E<sub>2</sub> に投影された指標 18a<sub>1</sub>、18b<sub>2</sub> の像であり、Bb<sub>1</sub>、Bb<sub>2</sub> は指標 18b<sub>1</sub>、18b<sub>2</sub> の像である。また、像 na、nb は照準板 23a に形成された指標 na、nb の像であり、nc は照準板 23b に形成された指標 nc の像である。第 8 図 a の場合は矯正光学系 K<sub>1</sub>、K<sub>2</sub> の光軸間距離すなわち被検眼に投影する 1 対の測定用光束の中心間隔が被検者の瞳孔間距離に一致せず、かつ、測定光学系 S の中心光軸と被検者の両眼の中心とが一致していないことに加え、測定光学系 S と被検眼 E<sub>1</sub>、E<sub>2</sub> との間の距離すなわち作動距離が適正でないことを示している。以下、眼鏡レンズ用矯正屈折度を測定する場合を中心にしてかかる不適正な設定状態から適正設定状態へ移行させる調整手順につき説明する。

まず、被検眼 E<sub>1</sub>、E<sub>2</sub> の瞳像 A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub> を指標像 na の中央に挟み込むように屈折度測定装置本体ある

(6)

特公 平 5-9092

11

12

いは被検者自体を上下方向に移動調整する。この際、被検者は図示省略の被検者保持部に固定されており、この被検者保持部の移動により被検者の位置を調整することができる。かかる調整により上下方向の光軸合せが完了する（第8図b参照）。

次いで、第9図cに示すように指標像Ba<sub>1</sub>、Ba<sub>2</sub>が指標像naの中央に位置するよう、つまり瞳像A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>の中心に一致するように装置本体あるいは被検者自体を測定光軸に沿って移動させる。この移動調整により作動距離の設定が完了する。なお、コンタクトレンズ用矯正屈折度を測定する際には指標像Bb<sub>1</sub>、Bb<sub>2</sub>が指標像naの中央に位置するよう、つまり瞳像A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>の中央に位置するように調整すればよい。以下の調整はコンタクトレンズ用矯正屈折度測定の場合についても同様である。

その次に、第8図dに示す如く瞳像A<sub>1</sub>と指標像nbとの距離および瞳像A<sub>2</sub>と指標像ncとの距離を等しくするように装置本体あるいは被検者を左右方向に移動させる。この調整により測定光学系Sの中心光軸および被検眼E<sub>1</sub>、E<sub>2</sub>の中心の左右方向における光軸合せが完了する。

次いで、第8図eに示す如く、照準板23a、23bを動かすことにより指標像nb、ncを左右方向に移動調整して瞳像A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>の中心に指標像nb、ncを一致させる。なお、照準板23a、23bは上述した如く互いに逆方向に等量だけ動くようになっており、この照準板23a、23bの動きは矯正光学系K<sub>1</sub>、K<sub>2</sub>の光軸移動と連動している。こうして、矯正光学系K<sub>1</sub>、K<sub>2</sub>の光軸間距離は被検眼E<sub>1</sub>、E<sub>2</sub>の瞳孔間距離と一致させることができ、測定光学系Sの光軸は被検眼E<sub>1</sub>、E<sub>2</sub>の光軸合せ、及び作動距離調整が完了する。

次に、矯正光学系K<sub>1</sub>、K<sub>2</sub>の駆動機構につき第9図に基づいて説明する。矯正光学系K<sub>1</sub>、K<sub>2</sub>は光学台30<sub>1</sub>、30<sub>2</sub>に取り付けられ両光軸を含む平面内で両光軸を近づけまたは遠ざけ得るように移動可能となつている。すなわち、光学台30<sub>1</sub>、30<sub>2</sub>は略中央に設けられたブラケット32に形成される雌ねじ部に連結部材33の雄ねじ部34を螺合させており、この連結部材33は変速歯車35を介して移動用モータ36に連結されている。ここで、連結部材33の雄ねじ部34は二分されて互いに逆ねじが形成され、そのそれぞれが

光学台30<sub>1</sub>、30<sub>2</sub>のブラケット32の雌ねじ部と螺合するようになつている。なお、光学台30<sub>2</sub>のブラケット、および連結部材33との螺合状態は図示を省略してある。

5 次いで、矯正光学系K<sub>1</sub>、K<sub>2</sub>のレンズ駆動につき説明するが、両光学系K<sub>1</sub>、K<sub>2</sub>の構成は同一であるので一方の光学系K<sub>1</sub>を例として説明する。第1群レンズ系6<sub>1</sub>は鏡筒37<sub>1</sub>の前端に配置され、かつ、鏡筒37<sub>1</sub>は光軸方向に延びるラック38<sub>1</sub>が取り付けられている。そして、このラック38<sub>1</sub>はピニオン39<sub>1</sub>と係合し、このピニオン39<sub>1</sub>はモータ40に軸支されている。これにより第1群レンズ系6<sub>1</sub>は光軸に沿って移動可能となる。また、第1群レンズ系6<sub>1</sub>の後方には第2群レンズ系7<sub>1</sub>および第3群レンズ系8<sub>1</sub>の一方が所定間隔を置いて配置され、各レンズ系7<sub>1</sub>、8<sub>1</sub>は光学台30<sub>1</sub>に固定されている。さらに、鏡筒37<sub>1</sub>の後方には鏡筒41<sub>1</sub>が設けられ、この鏡筒41<sub>1</sub>には2つの円柱レンズ9<sub>1</sub>、9<sub>2</sub>が前後して配置されている。そして、一方の円柱レンズ9<sub>1</sub>はリング歯車42<sub>1</sub>に取り付けられ、このリング歯車42<sub>1</sub>は駆動歯車43<sub>1</sub>を介してモータ44に連結されている。また、他方の円柱レンズ9<sub>2</sub>はリング歯車42<sub>2</sub>の後方に設けられたリング歯車45<sub>2</sub>に取り付けられ、このリング歯車45<sub>2</sub>は駆動歯車46<sub>2</sub>を介してモータ47<sub>2</sub>に連結されている。こうして、円柱レンズ9<sub>1</sub>、9<sub>2</sub>は光軸のまわりに回転自在となつている。

また、鏡筒41<sub>1</sub>の後方には鏡筒48<sub>1</sub>が設けられ、この鏡筒48<sub>1</sub>の前端には第3レンズ群8<sub>1</sub>他方が固定され、その後方には水平方向の偏角プリズム10<sub>1</sub>、10<sub>2</sub>が配置されている。そして、これら偏角プリズム10<sub>1</sub>、10<sub>2</sub>はそれぞれ王冠歯車49<sub>1</sub>、50<sub>1</sub>がそれぞれ取り付けられ、これら王冠歯車49<sub>1</sub>、50<sub>1</sub>は1つのピニオン51<sub>1</sub>と結合し、このピニオン51<sub>1</sub>はモータ52により回転駆動する。これにより、偏角プリズム10<sub>1</sub>、10<sub>2</sub>は互いに逆方向に同角度だけ回転し得ることとなる。さらに、水平方向の偏角プリズム10<sub>1</sub>、10<sub>2</sub>の後方には垂直方向の偏角プリズム11<sub>1</sub>、11<sub>2</sub>が配置され、これらの偏角プリズム11<sub>1</sub>、11<sub>2</sub>には水平方向の場合と同様王冠歯車53<sub>1</sub>、54<sub>1</sub>がそれぞれ取り付けられこれらの王冠歯車53<sub>2</sub>、54<sub>2</sub>はピニオン55<sub>2</sub>を介してモータ



(7)

特公 平 5-9092

13

56により水平方向と同様な回転駆動を行ない得るようになっていいる。

なお光学台30<sub>1</sub>、30<sub>2</sub>は前後の案内用の支持管57、58が取り付けられ光学台30<sub>1</sub>、30<sub>2</sub>の水平方向の移動を安定なものにしている。また、光学台30<sub>1</sub>、30<sub>2</sub>の後端には案内ロッド59<sub>1</sub>、59<sub>2</sub>およびアーム60<sub>1</sub>、60<sub>2</sub>を介してスライド板62<sub>1</sub>、62<sub>2</sub>が連結され、アーム60<sub>1</sub>、60<sub>2</sub>は回転ピン61<sub>1</sub>、61<sub>2</sub>のまわりに回転自在となっており、スライド板62<sub>1</sub>、62<sub>2</sub>の移動量により矯正光学系K<sub>1</sub>、K<sub>2</sub>の光軸の水平移動量を目視し得るようになっていいる。このように構成された矯正光学系K<sub>1</sub>、K<sub>2</sub>は各モータ36、40<sub>1</sub>、40<sub>2</sub>……を後述する制御演算回路の出力により制御して調整駆動が行なわれることとなる。なお、光学台30<sub>1</sub>に取り付けられモータ44<sub>1</sub>、47<sub>1</sub>同様な働きをするモータの図示は省略され、その他各光学系K<sub>1</sub>、K<sub>2</sub>に対称的に現われる部材、部位の図示および説明は省略されていいる。

次に、第10図に基づいて本装置の制御駆動を図る制御演算回路等の処理系統につき説明する。図において符号70は制御部を構成する制御演算回路であり、この制御演算回路70は駆動入力部Xaまたはデータ入力部Xbからの信号を受けて駆動出力部Yおよび表示手段Xcの作動を図るよう制御演算を行なうものでマイクロコンピュータなどにより構成される。データ入力部Xbはあらかじめ既略判明している被検眼の屈折力データ例えば他覚式屈折力測定装置での測定結果データ等を入力するためのものであり、このデータ入力部Xbを設けることによりあらかじめ入力された測定結果データに基づいて設定された矯正度数から本件発明の自覚式屈折力測定装置での高精度な測定を短時間でなすことができる。駆動入力部Xaの遠用近用切換スイッチ71は駆動回路72を介して屈折力検査用視標4の移動用モータ73に接続されており、その駆動信号が制御演算回路70に供給されて等用屈折力測定または近用屈折力測定の選択情報を与えるようになっていいる。また、駆動入力部Xaの矯正光学系軸間移動スイッチ74は矯正光学系K<sub>1</sub>、K<sub>2</sub>の各光軸間距離を変えるための移動用モータ36に駆動情報を与えるものであり、制御演算回路70指令をえてその出力により駆動出力部Yを構成する駆動回路75を介し

14

て移動用モータ36の駆動を図るようになっていいる。さらに、矯正光学系軸間移動スイッチ74の作動により移動用モータ36が駆動すると共に標準板23a、23bが動いて瞳孔間距離が定まると、表示手段Xcを構成する瞳孔間距離表示部76にその値が表示される。なお、瞳孔間距離はデータ入力部Xbを構成する瞳孔間距離データ部77からの指令によつても制御されるようになっていいる。

また、駆動入力部Xaの球面度数変化スイッチ78(以下説明を簡略化するため符号は右眼系のみについて記す。)は第1群レンズ系6<sub>1</sub>の移動用モータ40<sub>1</sub>に駆動情報を与えるものであり、制御演算回路70および駆動出力部Yの駆動回路79<sub>1</sub>を介してモータ40<sub>1</sub>に駆動信号を与えるようになっていいる。こうして、球面度数が変化すると表示手段Xcの球面度数表示部80にそれに応じた値が表示される。なお、球面度数はデータ入力部Xbの球面度数データ部81からの信号によつても制御されるようになっていいる。

さらに、駆動入力部Xaの円柱度数化スイッチ82は第1および第2の円柱レンズ9<sub>1</sub>、9<sub>2</sub>の互いに逆方向への回転を図るモータ44<sub>1</sub>、47<sub>1</sub>に駆動情報を与えるもので、制御演算回路70および駆動出力部Yの駆動回路83<sub>1</sub>、83<sub>2</sub>を介してモータ44<sub>1</sub>、47<sub>1</sub>へ駆動信号を与えるようになっていいる。こうして円柱度数が変化するとこれに応じて表示手段Xcの円柱度数表示部84にその値が表示される。また、円柱度数はデータ入力部Xbの円柱度数データ部85からの信号によつても制御されるようになっていいる。

また、駆動入力部Xaの円柱軸角度変化スイッチ85は第1および第2の円柱レンズ9<sub>1</sub>、9<sub>2</sub>の同一方向への回転を図るモータ44<sub>1</sub>、47<sub>1</sub>に駆動情報を与えるもので、制御演算回路70および駆動出力部Yの駆動回路83<sub>1</sub>、83<sub>2</sub>を介してモータ44<sub>1</sub>、47<sub>1</sub>へ駆動信号を与えるようになっていいる。こうして、円柱軸の角度が決まるとその値は表示手段Xcの円柱軸角度表示部86に表示される。また、円柱軸の角度はデータ入力部Xbの円柱軸角度データ部87の信号によつても制御されるようになっていいる。

そして、駆動入力部Xaの水平方向偏角プリズム変化スイッチ88は水平方向の偏角プリズム



(8)

特公 平 5-9082

15

10<sub>1</sub>, 10<sub>2</sub>の回転を図るモータ52に駆動情報  
 報を供給するものであり、制御演算回路70およ  
 び駆動出力部Yの駆動回路89を介してモータ  
 5 52に駆動信号を与えるようになっている。ま  
 た、駆動入力部Xaの垂直方向偏角プリズム変  
 化スイッチ90は垂直方向の偏角プリズム11、  
 11<sub>1</sub>の回転を図るモータ56に駆動情報を与  
 えるものであり、制御演算回路および駆動出力部Y  
 回路91を介してモータ56に駆動信号を与える  
 ようになっている。こうして偏角プリズム10、  
 10<sub>1</sub>, 11, 11<sub>1</sub>の回転により得られる斜位  
 補正プリズム値は表示手段Xcの斜位補正プリズ  
 ム値表示部92に表示される。また、プリズム値  
 はデータ入力部Xbの斜位補正プリズム値データ  
 部93の信号によっても制御されるようになって  
 いる。

また、駆動入力部Xaの測定選択スイッチ96、  
 は屈折力の粗測定、円柱度数の精密測定、および  
 円柱軸角度の精密測定の3者を選択的に選択し得  
 るようになっており、その選択信号は制御演算回  
 路70へ供給される。さらに、駆動入力部Xaを  
 構成する状態変化スイッチ97は測定選択スイ  
 ッチ96による各測定の選択が行なわれている  
 場合に作動させるものである。すなわち、例えば  
 円柱度数の精密測定が選択されている場合には状  
 態変化スイッチ97の作動により屈折力の粗測  
 定の際に得られて第1および第2の円柱レンズ9  
 1, 9<sub>2</sub>の状態により決まる円柱度数を所定の微小  
 値だけ増減し得るようになっており円柱度数の精  
 密測定が行なえる。このような測定は主として制  
 御部を構成する第1の状態変化手段の作動により  
 支配される。また、円柱軸角度の精密測定が選択  
 されている場合には同様に状態変化スイッチ97  
 の作動により屈折力の粗測定の際に得られて第  
 1および第2の円柱レンズ91, 9<sub>2</sub>の状態により  
 決まる合成円柱軸角度のみを増減し得るようにな  
 っており円柱軸角度の精密測定が行なえる。この  
 ような測定は主として制御部を構成する第2の状  
 態変化手段の作動により支配される。

次に、円柱度数および円柱軸角度の各精密測定  
 における制御演算回路70の制御内容につき説明  
 する。まず、円柱度数の精密測定は、レンズの強  
 主径線に対する屈折力を所定の微小範囲d/2だ  
 け増大させる一方、弱主径線に対する屈折力を微

16

小範囲d/2だけ減少させることにより定まる第  
 1の状態と、この第1の状態とは逆に強主径線に  
 対する屈折力を微小範囲d/2だけ減少させると  
 共に弱主径線に対する屈折力をその微小範囲d/  
 2だけ増大させることにより定まる第2の状態と  
 をそれぞれつくり、両状態の比較観察を被検者に  
 行なわせるものである。なお、精密測定を行なう  
 前には粗測定が行なわれているが、この際球面度  
 数S<sub>0</sub>および円柱度数C<sub>0</sub>がそれぞれ得られている  
 ものとする。

このとき制御演算回路70、円柱度数C<sub>0</sub>を設  
 定するため第1円柱レンズ9<sub>1</sub>の円柱軸と第2円  
 柱レンズ9<sub>2</sub>の円柱軸とにより形成される交差角

αを前述した⑨式 $\frac{1}{2} \cos^{-1}(1 - d^2/2d^2)$  (以下

の式をf(C<sub>0</sub>)で表わす。)に基づいて演算し、  
 この演算結果に基づき駆動回路83, 83<sub>1</sub>を作  
 動させて第1および第2の円柱レンズ回転用モ  
 タ44, 47の駆動が図られるようになってい  
 る。次いで、測定選択スイッチ96により円柱  
 度数の精密測定が選択され、状態変化スイッチ9  
 7の操作により前述した第1状態が指定される  
 と円柱度数の値はC<sub>0</sub>からC<sub>0</sub>+dへと変化する、  
 この場合、制御演算回路70は第1円柱レンズ9  
 1の円柱軸と第2円柱レンズ9<sub>2</sub>の円柱軸との交差  
 角 $\alpha_1 = \frac{1}{2} \cos^{-1}(1 - (C_0 + d)^2/2d^2)$ の式 (以下

この式をf(C<sub>0</sub>d)で表わす。)に基づいて演算  
 し、この演算結果により駆動回路83, 83<sub>1</sub>を  
 作動させて第1および第2の円柱レンズ回転用モ  
 タ44, 47が制御されるようになってい  
 る。

一方、第11図aは屈折力の粗測定時および円  
 柱度数の精密測定の第1状態時における第1円柱  
 レンズ9<sub>1</sub>と第2円柱レンズ9<sub>2</sub>との位置関係を示  
 したものである。なお、同図においては位置関係  
 を分かり易くするため移動量を誇張して示してあ  
 る。また、同図においては第1円柱レンズ9<sub>1</sub>の  
 屈折力を正とし第2円柱レンズ9<sub>2</sub>のそれを負と  
 して示されていると共に、屈折力の粗測定終了時  
 における各レンズの位置を破線で表わし、円柱度  
 数の精密測定における第1状態を実験で表わして  
 いる。そして、粗測定終了時における第1円柱レ  
 ンズ9<sub>1</sub>および第2円柱レンズ9<sub>2</sub>の各円柱軸をそ

(9)

特公 平 5-9092

17

れぞれ $l_1$ ,  $l_2$ で示し、第1状態における各円柱レンズ $9_1$ ,  $9_2$ の円柱軸をそれぞれ $l_1'$ ,  $l_2'$ で示している。なお、同図において $l_0$ はそれぞれの測定時における各円柱軸の中間方向の軸を表わしている。つまり、中間方向の軸 $l_0$ はいずれの状態においても変わらないこととなり、粗測定時における円柱軸 $l_1$ ,  $l_2$ の交差角は $\alpha_0$ であるが第1状態における円柱軸 $l_1'$ ,  $l_2'$ の交差角は増加して $\alpha_m$ となる。この結果、中間方向の軸 $l_0$ で表わされる角円柱レンズ $9_1$ ,  $9_2$ の合成屈折力の方向は変わらず円柱度数のみが $C_0$ から $C_0+d$ へと変化することとなる。

次に、状態変化スイッチ $9_7$ の操作により第2状態が指定されると円柱度は $C_0$ から $C_0-d$ へと変化する。この場合制御演算回路 $70$ は、第1円柱レンズ $9_1$ の円柱軸と第2円柱レンズ $9_2$ の円柱軸との交差角 $\alpha_m$ を $\frac{1}{2}\cos^{-1}\{1-(C_0+d)^2/2D\}$ の式(以下この式を $(C_0-d)$ で表わす。)に基づいて演算し、この演算結果により駆動回路 $83$ ,  $83$ を作動させて第1および第2の円柱レンズ回転用モータ $44$ ,  $47$ が制御されるようになっていく。

なお、第11図bは屈折力の粗測定時および円柱度の精密測定時の第2状態時における第1円柱レンズ $9_1$ および第2円柱レンズ $9_2$ の位置関係を示したものである。ここで、第11図bは第11図aの場合と同様に各レンズの位置関係を分かり易くするため誇張して描かれ、粗測定時のレンズの位置を破線で示すと共に第2状態のレンズの位置を実線で示してある。また、粗測定時における各レンズ $9_1$ ,  $9_2$ の円柱軸をそれぞれ $l_1$ ,  $l_2$ で表わすと共に、第2状態における各円柱軸をそれぞれ $l_1'$ ,  $l_2'$ で示している。この第11図bから分かる通り粗測定時における各円柱軸を中間方向の軸 $l_0$ は変わらず、また各円柱軸の交差角は粗測定時には $\alpha_0$ であるが第2状態では $\alpha_m$ に減少している。したがって、各円柱レンズ $9_1$ ,  $9_2$ の合成屈折力の方向は測定の前後において変わらず、円柱度数のみが $C_0$ から $C_0-d$ へと変化する。

次に、測定選択スイッチ $9_8$ によって円柱軸角度の精密測定が選択され、状態変化スイッチ $9_7$ によって前述した第1状態が指定されると各レンズ $9_1$ ,  $9_2$ の合成の円柱軸角度は粗測定時における角度 $A_0$ から角度 $A_1$ へ変化する。このように

18

円柱軸角度を変化させるためには、粗測定時における第1円柱レンズ $9_1$ および第2円柱レンズ $9_2$ の各円柱軸の交差角を変えことなく両レンズ $9_1$ ,  $9_2$ をその光軸のまわりに $A'-A_0$ 角度だけ回転させれば良い。これは、両円柱レンズ $9_1$ ,  $9_2$ の交差角が変化しない場合には合成の円柱度数も変化しないためである。

第12図aは屈折力の粗測定終了時および円柱軸角度の精密測定時の第1状態を示しており、前者のレンズの状態は破線で示された後者のレンズの状態は実線でそれぞれ示されている。

次に、状態変化スイッチ $9_7$ より前述した第2状態が指定されると円柱軸の角度が $A_0$ から $A'$ へ変化する。この場合、第1円柱レンズ $9_1$ および第2円柱レンズ $9_2$ は各軸方向の交差角を $\alpha_0$ の角度に保つたまま光軸のまわりに回転する。第12図bは第1円柱レンズ $9_1$ と第2円柱レンズ $9_2$ の粗測定時における状態を破線で示すと共に、円柱軸角度の精密測定時における状態を実線で示している。

この場合、制御演算回路 $70$ は次の両式に基づいて第1状態および第2状態における円柱軸角度 $A'$ ,  $A''$ を求める演算を行なう。つまり、前述した⑦式において $\theta_m' = A'$ ,  $Da = C_0$ ,  $\varphi_a = A_0$ ,  $Db = d$ ,  $\varphi_b = A_0 + 45^\circ$ を代入して得られる

$$A' = \frac{1}{2} \tan^{-1} \frac{C_0 \sin 2A_0 + d \sin(2A_0 + 90^\circ)}{C_0 \cos 2A_0 - d \cos(2A_0 + 90^\circ)} \\ = \frac{1}{2} \tan^{-1} \frac{C_0 \sin 2A_0 + d \cos 2A_0}{C_0 \cos 2A_0 - d \sin 2A_0} \quad \text{-----⑩}$$

の式、および⑦式において $\theta_m = A''$ ,  $Da = C_0$ ,  $\varphi_a = A_0$ ,  $Db = d$ ,  $\varphi_b = A_0 + 45^\circ$ を代入して得られる

$$A'' = \frac{1}{2} \tan^{-1} \frac{C_0 \sin 2A_0 + d \sin(2A_0 + 90^\circ)}{C_0 \cos 2A_0 + d \cos(2A_0 + 90^\circ)} \\ = \frac{1}{2} \tan^{-1} \frac{C_0 \sin 2A_0 - d \sin 2A_0}{C_0 \cos 2A_0 + d \sin 2A_0} \quad \text{-----⑪}$$

の式に基づき演算が行われる。そして、この演算結果により駆動回路 $83$ ,  $83$ を作動させて第1および第2の円柱レンズ回転用モータ $44$ ,  $47$ の駆動を図り、これにより第1および第2の円柱レンズ $9_1$ ,  $9_2$ の合成円柱軸角度を $A'$ または $A''$ の大きさに設定する。

なお、このように設定された円柱軸角度 $A_1$ ,  $A_2$ は、従来例で説明したクロスシリンダによる

(10)

特公 平 5-9092

19

屈折力測定において粗測定時におけるクロスシリ  
ングの合成円柱軸角度を微小屈折度だけ変化さ  
せると共にその合成円柱軸角度を45°だけ偏移さ  
せ、その反転の前後に形成される第1および第2  
の状態の各合成円柱軸角度と等価となっている。

なお、表示手段Xcの各表示部76, 80……  
に表示された値に対応する信号は撮像管26から  
得られる映像信号と共に信号処理部94を構成す  
る合成回路95により信号合成が行われ、この  
合成回路95の出力を受けてモニターテレビ27  
の画面上に矯正すべき屈折力測定の結果が写し出  
されるようになる。

次に、制御演算回路70の制御例につき説明す  
る。例えば球面度数変化スイッチ78, 円柱度  
数変化スイッチ79の操作により所望の球面  
度数および円柱度数を得るためには、修正光学系  
Kの第1群、第2群および第3群レンズ系81,  
71, 81(以下球面光学系という)ならびに第1  
および第2の円柱レンズ91, 92(以下円柱光学  
系という)を次のように調整すれば良い。すなわ  
ち、球面光学系および円柱光学系の合成屈折力は  
第1および第2の円柱レンズ91, 92の各軸の交  
差角の関数として表わされるため、球面度数ある  
いは円柱度数に対応した交差角に設定するような  
調整を行なう。

また、円柱軸変化スイッチ85により円柱軸  
の角度を得る場合には第1および第2円柱レンズ  
91, 92の各軸の交差角と基準の角度との和ある  
いは差により決まる角度だけ第1の円柱レンズ9  
1、または第2の円柱レンズ92を回転させる。

さらに、水平方向の偏角プリズム変化スイッチ  
88, 88により所望のプリズム値を得るに  
は、偏角プリズム101, 101の回転角とプリズ  
ム値との間に所定の関係式が成立することから、  
そのプリズム値に対応した角度だけ偏角プリズム  
101, 101を回転させる。垂直方向のプリズム  
値を得る場合は水平方向の偏角プリズム101,  
101に対して直交して配置されていることを考  
慮する他水平方向と同様に垂直偏角プリズム11  
1, 111の回転制御を図るようにする。

次に、この実施例の屈折力測定装置を用いた屈  
折力の測定につき第13図の流れ図を参照しなが  
ら説明する。

制御演算回路70は、粗測定で求めた円柱度数

20

に対応した各トーリツクレンズの円柱軸の交差角  
を得るように円柱光学系の回転を制御する回転制  
御手段として機能する。また、制御演算回路70  
と駆動回路83と円柱レンズ回転用モータ44,  
47とで、トーリツクレンズの円柱軸の交差角の  
中間方向を基準線10とし前期回転制御手段の作動  
を図つて前期基準10を中心にして前期交差角を前  
記粗測定で求めた円柱度数に対応して所定範囲内  
で増減させることにより該円柱度数の精密測定を  
行なう第1の状態変化手段と、屈折力の粗測定時  
に得られる円柱軸角度を、前記各トーリツクレン  
ズの円柱軸の交差角を変化させずに前記各トー  
リツクレンズを同じ方向に前記回転制御手段の作動  
を図つて所定範囲内で増減させることにより該円  
柱軸角度の精密測定を行なう第2の状態変化手段  
として機能する。

まず、電源の投入がなされて測定開始の信号が  
発せられるとスタートのステップ100から判断の  
ステップ101へ移行する。そして、このステップ  
101においては当該測定が粗測定であるか否かの  
判定を行なう。この判定結果が肯定YESである  
場合には次の判断のステップ102へ移行し、この  
ステップ102において球面光学系の球面度数を変  
更するか否かが判定される。この判定結果が肯定  
YESである場合、すなわち被検者が検査用視標  
を明瞭に見ることができない場合には処理のステ  
ップ103において球面度数を増減させるデータを入  
力する。このデータの入力により視標をほぼ明  
瞭に見ることができるようになったら判断のステ  
ップ104へ移行する。なお、ステップ102における  
判定結果が否定NOである場合には直ちにステッ  
プ104へ移行する。なお、球面度数の粗測定にお  
いて被検者が見る視標は大小各種の文字あるいは  
数字を配列したものであり、この視標を緑色フイ  
ルムおよび赤色フィルムを介してそれぞれ観察さ  
せていずれの場合にも同程度に見えるよう球面度  
数を変化させる。また、この状態において被検者  
に円柱軸角度測定用視標、例えば一点のまわりに  
放射状に等感覚を置いて一群の直線を配置した視  
標を観察させ、そのうちの明瞭に見える方向が円  
柱軸角度であると推定される。

一方、ステップ104においては円柱度数を変更  
するか否かの判定がなされ、その変更を必要とす  
る場合(YES)は円柱度数の増減を図る処理の

(11)

特公 平 5-8082

21

ステップ105へ移行し、その入力データを得た後次のステップ106へ移行する。なお、円柱度数の変更を要しない場合（NO）は直ちにステップ106へ移行する。このステップ106においては円柱軸角度を変更するか否かの判定がなされるわけであるが、その変更可否の基準は上述の如く推定された円柱軸角度に求められる。そして、円柱軸角度の変更を要する場合は処理のステップ107へ移行して円柱軸角度を増減させるデータを入力する。

なお、円柱軸角度の変更は上記の如く推定された円柱軸角度を円柱軸角度変化スイッチ8の操作により増減することにより行ない、円柱度数の変更は円柱度数変化スイッチ82の操作により増減させて行なう。こうして、円柱軸角度測定用視標の各直線が被験者にとってほぼ一様に見えるようになった状態を粗測定の終了時とする。

次に、ステップ101において判定結果が否定NOである場合、すなわち精密測定の場合はまずステップ108へ移行する。このステップ108では円柱度数の精密測定であるか否かの判定がなされ、その判定結果が肯定YESである場合には次のステップ109へ移行する。

ステップ109では状態変化スイッチ97の操作により状態変化をさせ被験者に第1状態と、第2状態との比較観察を行なわせる。この比較観察は次段のステップ110を介して、両者の見え方が確認されるまで繰り返される。この比較観察の結果、両者の見え方に差が生じている場合には、円柱度数変化スイッチ82によつて設定した円柱度数が適当でないで、状態変化を一旦中断し、ステップ102及びステップ104を介してステップ105へ移行し、円柱度数変化スイッチ82によつて円柱度数を適当に増減変化させて、数ステップを介して再びステップ109において第1状態と第2状態との比較観察が行なわれる。

上記のルーチンは第1状態と第2状態との見え方が同程度となるまで繰り返される。ここで状態変化とは具体的には、第1および第2の円柱レンズ91、91'の各円柱軸がなす交差角を $f(C_0+d)$ または $f(C_0-d)$ に変化させることをいう。こうして第1および第2の状態それぞれ得られる円柱度数の中間値すなわち円柱度数変化スイッチ82によつて設定した円柱度数値が円柱度数の

22

精密測定により得られた測定値となる。

一方、ステップ108における判定結果が否定NOである場合には、ステップ111に移行する。ステップ111では状態変化スイッチ97の操作により状態変化をさせ被験者に第1状態と第2状態との比較観察を行なわせる。この比較観察は次段のステップ112を介して両者の見え方が確認されるまで繰り返される。この比較観察の結果、両者の見え方に生じている場合には、円柱軸角度変化スイッチ85によつて設定した円柱軸角度が適当でないで、状態変化を一旦中断し、ステップ102、ステップ104及びステップ106を介してステップ107に移行し円柱軸角度変化スイッチ85によつて円柱軸角度を適当に増減変化させる。この後数ステップを介して再びステップ111において第1状態と第2状態との比較観察が行なわれる。上記ルーチンは第1状態と第2状態との見え方が同程度となるまで繰り返される。ここで状態変化とは円柱軸角度を $A'$ または $A''$ に変化させることをいう。こうして第1および第2の状態それぞれ得られる円柱軸角度の中間値すなわち円柱軸角度変化スイッチ85によつて設定した円柱軸角度値が円柱軸角度の精密測定により得られた測定値となる。

こうして、すべての測定が終了するとステップ113からエンドのステップ114へ移行してすべての演算も終了する。この測定終了時における球面光学系の球面度数を $S_0$ 、円柱光学系円柱度数および円柱軸角度をそれぞれ $C_0$ 、 $A_0$ とすると、被検眼の処方箋表示の矯正値は球面度数が $S_0 - \frac{C_0}{2}$ となり、円柱度数が $C_0$ 、そして円柱軸角度が $A_0$ となる。このような結果は、この発明に係る屈折力測定装置が円柱光学系を互いに符号の異なる屈折力を有する2つの円柱レンズ91、91'で構成していることに起因したものであることを示唆している。

なお、上述の実施例においては円柱光学系を2つの円柱レンズ91、91'で構成したが、円柱レンズの代りにレンズの一面が円環面であつて他の面が球面または平面のレンズを用いても良く、かかるレンズおよび上述の円柱レンズのいずれについてもこの実施例の説明においてはトーリックレンズであるとする。

また、上述の実施例においては矯正光学系の像

(12)

特公 平 5-9092

23

を被検眼の眼前に形成する構成の屈折力測定装置につき説明したが、被検眼の眼前に矯正レンズを配置する構成の屈折力測定装置についてもこの発明を適用し得ることは勿論である。

以上説明したように、この発明によれば粗測定で求めた円柱度数に対応いた前記各トーリックレンズの円柱軸の交差角を得るように該円柱光学系の回転を制御する回転制御手段と、前記トーリックレンズの円柱軸の交差角の中間方向を基準線とし前記回転制御手段の作動を図つて前記基準線を中心にして前記交差角を粗測定で求めた円柱度数に対応して所定範囲内で増減させることにより該円柱度数の精密測定を行なう第1の状態変化手段と、屈折力の粗測定時に得られる円柱軸角度を、前記化トーリックレンズの円柱軸の交差角を変化させずに前記各トーリックレンズを同じ方向に前記回転制御手段の作動を図つて所定範囲内で増減させることにより該円柱軸角度の精密測定を行なう第2の状態変化手段とを備えたものであるから、第1の状態変化手段が、トーリックレンズの円柱軸の交差角の中間方向を基準線としてその交差角を所定範囲内で増減させて円柱度数の精密測定を行なう。

そして、第2の状態変化手段が、トーリックレンズの交差角を一定にした状態で各トーリックレンズの円柱軸角度を同方向へ所定の範囲内で増減させて円柱軸角度の精密測定を行なうものであるから、クロスシリンドラが不要となるとともに円柱軸角度の精密測定の操作が簡単になるという作用効果を奏するものである。また、屈折力の粗測定から精密測定へ移行する場合従来のような球面光学系の球面度数の変化を必要としないので光学系制御の複雑化を避けられる。

#### 図面の簡単な説明

第11図はこの発明の実施例に用いられるバリ

アブルクロスシリンドラを説明する斜視図、第2

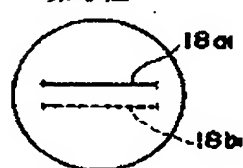
24

図は第1図のレンズ系の屈折力を説明するX-Y座標図、第3図はこの発明を自覚式屈折力測定装置に適用した場合の光学系配置を説明する斜視図、第4図は第3図の装置を構成する指標投影系を説明する概略構成図、第5図は指標投影系の指標を示す模式図、第6図および第7図は照準光学系の指標を示す模式図であつて第8図は一方の指標板の指標像、第7図は他方の指標板の指標像をそれぞれ示し、第8図a～eは被検眼位置設定の調整手順を説明する図であり、第8図aは調整前の状態、第8図bは上下方向の調整を行なつた場合、第8図cは作動距離設定が終つた場合、第8図dは左右方向の調整が終つた場合、第8図eは全ての調整が終つた場合をそれぞれ示し、第9図は矯正光学系のレンズ駆動機構を示す斜視図、第10図はレンズ駆動機構を制御する回路を説明するブロック図、第11図a、bは屈折力の粗測定時および円柱度数の精密測定時における円柱光学系の屈折力変化を説明する図であつて、第11図aは精密測定の第1状態時と粗測定時との比較の説明をする斜視図、第11図bは精密測定の第2状態時と粗測定時との比較を説明する斜視図をそれぞれ示し、第12図a、bは屈折力の粗測定時および円柱軸角度の精密測定時における円柱光学系の屈折力変化を説明する図であつて、第12図aは精密測定の第1状態時と粗測定時との比較を説明する斜視図、第12図bは精密測定の第2状態時と粗測定時との比較を説明する斜視図をそれぞれ示し、第13図は屈折力測定時における制御演算回路の作動を説明する流れ図である。

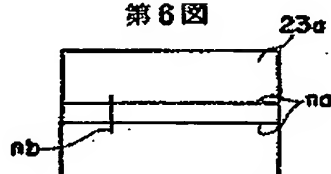
#### 4.....屈折力検査用視標、

6<sub>1</sub>、6<sub>2</sub>.....第1群レンズ系、7<sub>1</sub>、7<sub>2</sub>.....第2群レンズ系、8<sub>1</sub>、8<sub>2</sub>.....第3群レンズ系球面光学系、9<sub>1</sub>、9<sub>2</sub>.....第1の円柱レンズ、9<sub>3</sub>、9<sub>4</sub>.....第2の円柱レンズ} 円柱光学系、70.....制御演算回路(制御部)。

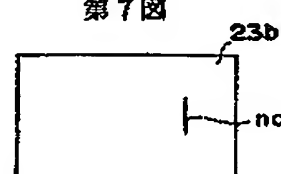
第5図



第6図



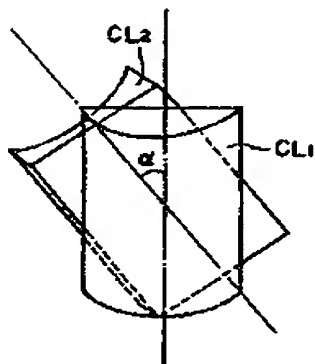
第7図



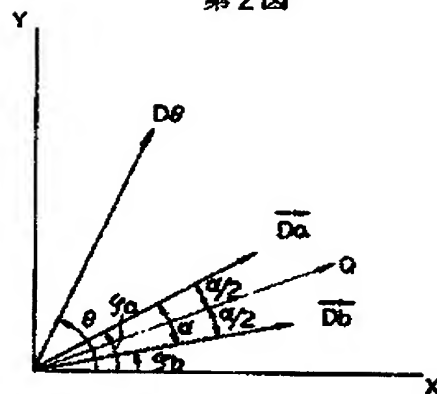
(13)

特公 平 5-8092

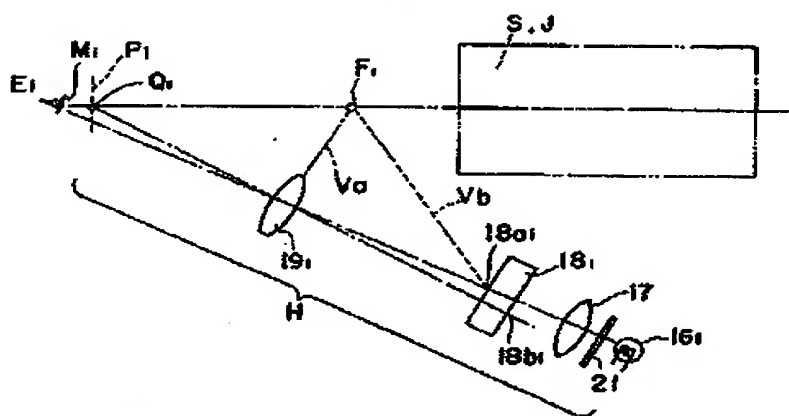
第 1 図



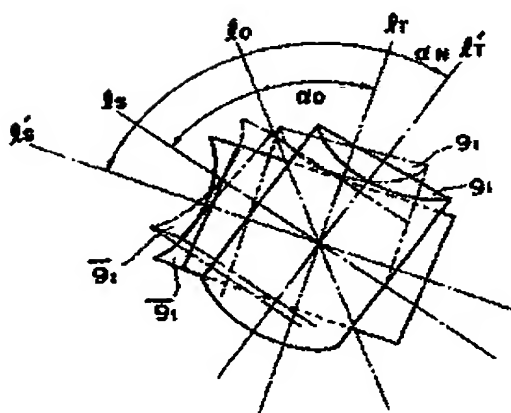
第2図



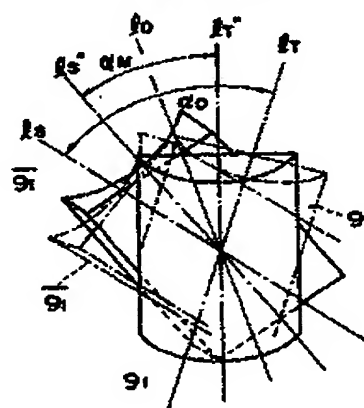
第4图



第 11 图 a

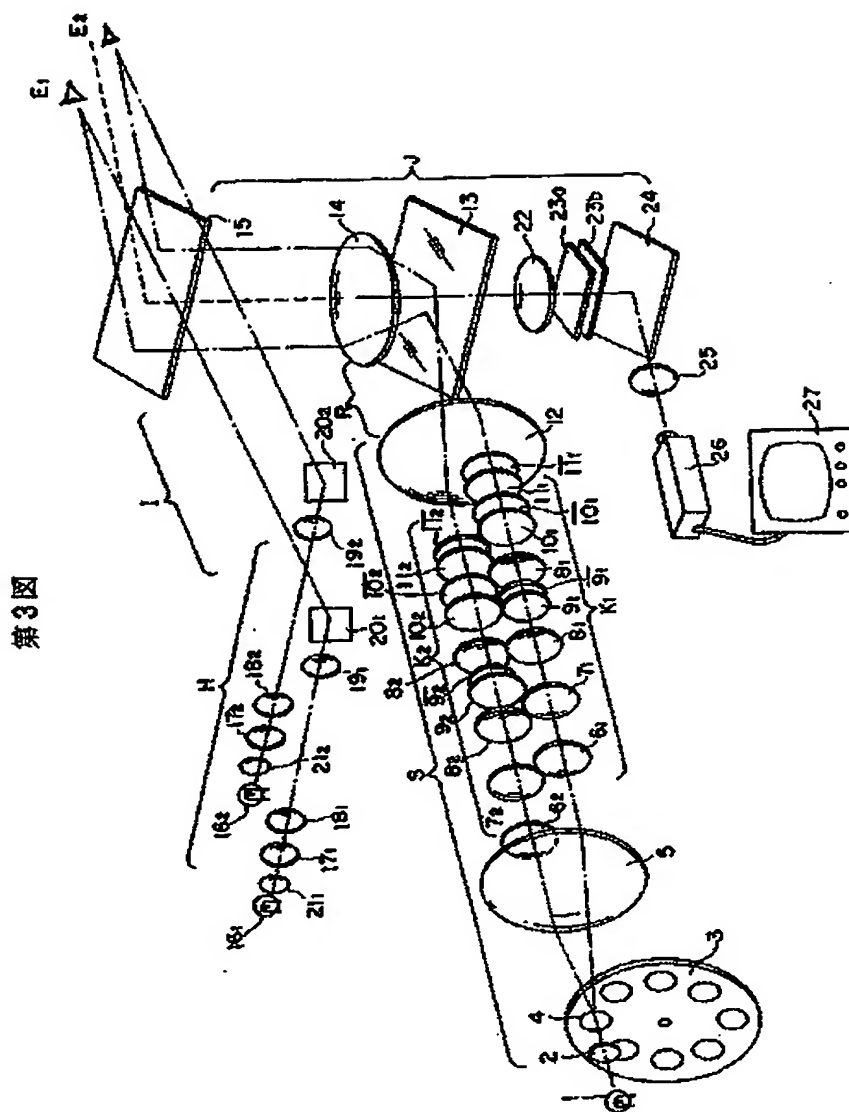


第 11 图 b



(14)

特公 平 5-9092

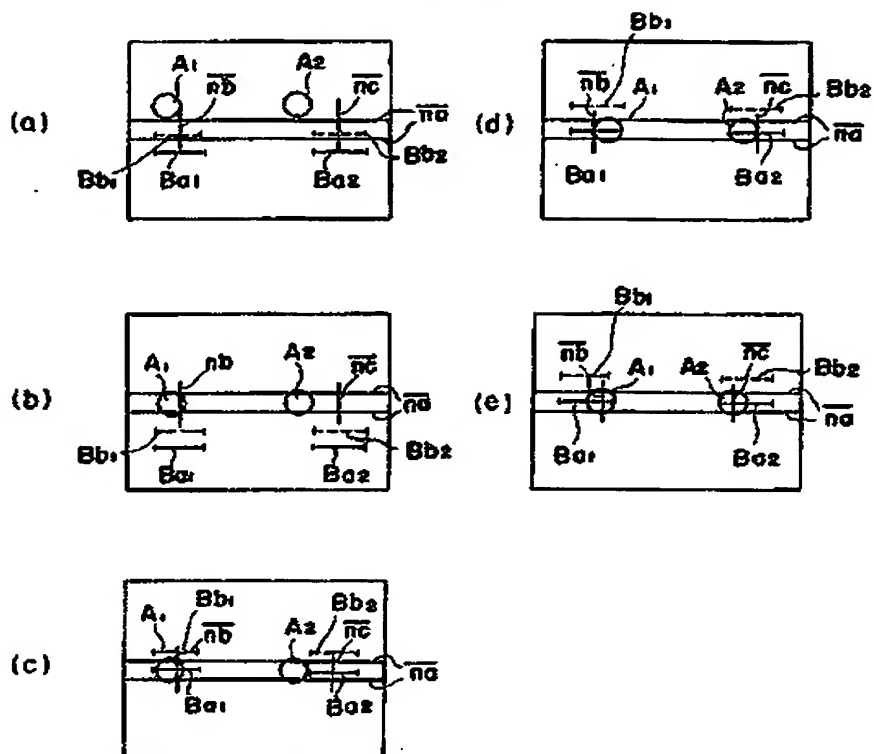




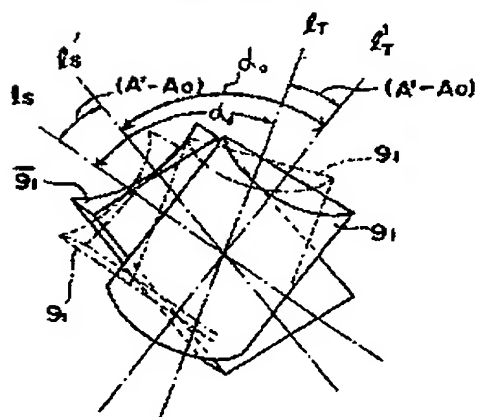
(15)

特公 平 5-9092

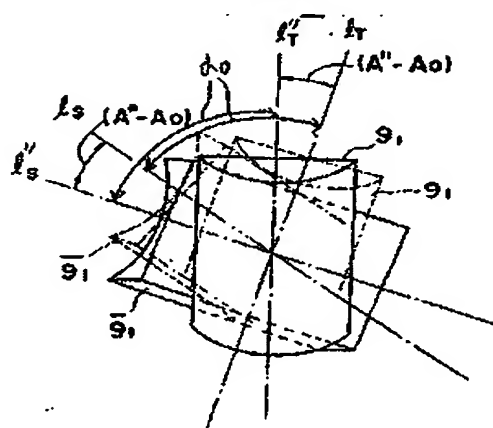
第 8 图



第 12 图 a



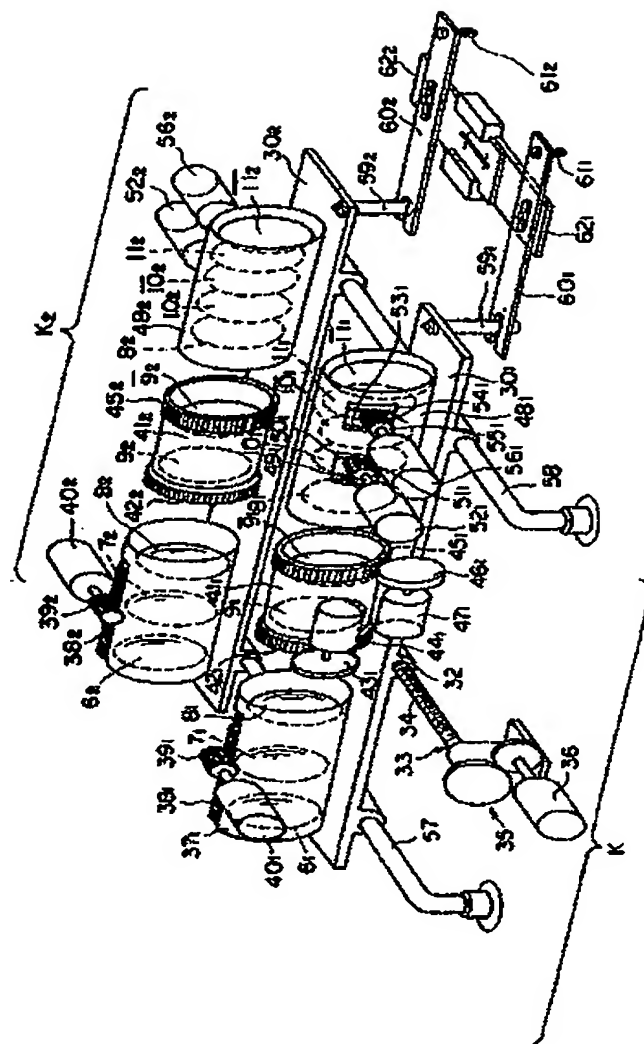
第 12 图 b



(16)

特公 平 5-9092

第9図







特公平5-9092

【公報種別】特許法（平成6年法律第116号による改正前。）第64条の規定による補正

【部門区分】第1部門第2区分

【発行日】平成9年（1997）11月5日

【公告番号】特公平5-9092

【公告日】平成5年（1993）2月4日

【年追号数】特許公報5-228

【出願番号】特願昭58-55273

【特許番号】2067625

【国際特許分類第6版】

A61B 3/10

【F I】

A61B 3/10

M 277-23

【手続補正書】

1 「特許請求の範囲」の項を「1 検査用指標を球面光学系および円柱光学系を介して投影することにより被検眼の屈折力を測定する屈折力測定装置において、球面度数を可変とする球面光学系と、円柱度数を可変とする円柱光学系と、前記両光学系の球面度数および円柱度数をそれぞれ可変制御する制御部とを有し、前記球面光学系は、その光軸方向に移動することにより球面度数を可変とする球面レンズを含んで構成され、前記円柱光学系を光軸のまわりに回転自在であって屈折力の符号が互いに異なる2つのトーリックレンズから構成し、前記制御部は、粗測定で求めた円柱度数に対応した前記各トーリックレンズの円柱軸の交差角を得るように該円柱光学系の回転を制御する回動制御手段と、前記トーリックレンズの円柱軸の交差角の中間方向を基準線とし前記回動制御手段の作動を図って前記基準線を中心にして前記交差角を前記粗測定で求めた円柱度数に対応して所定範囲内で増減させることにより該円柱度数の精密測定を行なう第1の状態変化手段と、屈折力の粗測定時に得られる円柱軸角度を、前記各トーリックレンズの円柱軸の交差角を変化させずに前記各トーリックレンズを同じ方向に前記回動制御手段の作動を図って所定範囲内で増減させることにより該円柱軸角度の精密測定を行なう第2の状態変化手段とを備えたことを特徴とする屈折力測定装置。」と補正する。

2 第4欄23行「目的とする。」の次に「また、この発明は、光学素子の退避スペースを設ける必要がなく、これにより装置の小型化を図ることのできる屈折力測定装置を提供することを目的とする。」を加入する。

3 第7欄8行「ここで」を「この構成により、光学素子の退避スペースを設ける必要がないので、レンズの口径程度の省スペースの大きさ程度に測定光学系を納めることが可能となる。すなわち、装置の小型化を図ることができ、しかも、無段階に球面度数を補正することができる。ここで」と補正する。

4 第23欄5～30行「この発明によれば……である。また、」を「この発明によれば、検査用指標を球面光学系および円柱光学系を介して投影することにより被検眼の屈折力を測定する屈折力測定装置において、球面度数を可変とする球面光学系と、円柱度数を可変とする円柱光学系と、前記両光学系の球面度数および円柱度数をそれぞれ可変制御する制御部とを有し、前記球面光学系は、その光軸方向に移動することにより球面度数を可変とする球面レンズを含んで構成され、前記円柱光学系を光軸のまわりに回転自在であって屈折力の符号が互いに異なる2つのトーリックレンズから構成し、前記制御部は、粗測定で求めた円柱度数に対応した前記各トーリックレンズの円柱軸の交差角を得るように該円柱光学系の回転を制御する回動制御手段と、前記トーリックレンズの円柱軸の交差角の中間方向を基準線とし前記回動制御手段の作動を図って前記基準線を中心にして前記交差角を前記粗測定で求めた円柱度数に対応して所定範囲内で増減させることにより該円柱度数の精密測定を行なう第1の状態変化手段と、屈折力の粗測定時に得られる円柱軸角度を、前記各トーリックレンズの円柱軸の交差角を変化させずに前記各トーリックレンズを同じ方向に前記回動制御手段の作動を図って所定範囲内で増減させることにより該円柱軸角度の精密測定を行なう第2の状態変化手段とを備えたものであるから、クロスシリンダが不要となるとともに円柱軸角度の精密測定の手続きが簡単になるという作用効果を奏するものである。また、球面光学系をレンズが光軸方向に移動することにより球面度数の変更を行う構成としているので、光学素子の退避スペースを設ける必要がなく、このため、回転によって円柱度数を変更する円柱光学系の構成と相俟って、レンズの口径程度の省スペースの大きさ程度に測定光学系を納めることが可能となる。すなわち、装置の小型化を図ることができ、しかも、無段階に球面度数を変更することができるという効果を有する。また、」と補正する。

- 補 1 -